



12

## Gebrauchsmuster

U 1

- (11) Rollennummer G 92 16 662.8
- (51) Hauptklasse H02H 7/125  
Nebeklasse(n) H02H 9/04 H02M 7/12  
Zusätzliche  
Information // H02M 5/42
- (22) Anmeldetag 07.12.92
- (47) Eintragungstag 28.01.93
- (43) Bekanntmachung  
im Patentblatt 11.03.93
- (54) Bezeichnung des Gegenstandes  
Vorladeschaltung mit kombiniertem  
Überspannungsschutz für einen netzgeführten  
Stromrichter mit ausgangsseitigem Kondensator
- (71) Name und Wohnsitz des Inhabers  
Siemens AG, 8000 München, DE  
Rechercheantrag gemäß § 7 Abs. 1 GbmG gestellt

Siemens Aktiengesellschaft

5 Vorladeschaltung mit kombiniertem Überspannungsschutz  
für einen netzgeführten Stromrichter mit ausgangsseitigem  
Kondensator

10 Die Erfindung bezieht sich auf eine Schaltungsanordnung zum  
Schutz eines mehrpulsigen, gesteuerten, netzgeführten Strom-  
richters mit einem ausgangsseitigen Kondensator vor Überspan-  
nungen und zum Vorladen dieses Kondensators.

15 Die Figur 1 zeigt ein Blockschaltbild eines bekannten Span-  
nungszwischenkreisumrichters (Siemens-Katalog "Spannungszwi-  
schenkreis-Umrichter SIMOVERT P für drehzahlveränderbare  
Drehstromantriebe", DA66.1, 1992), der einen Netzgleichrich-  
ter 2, einen Zwischenkreis 4 und einen Wechselrichter 6 auf-  
weist. Außerdem ist im Zwischenkreis 4 ein Vorladewider-  
stand 8 angeordnet, der mittels eines Vorladerelais 10 bzw.  
20 -schützes 10 überbrückbar ist. Wird ein solcher Umrichter an  
Netzspannung eines Mehrphasennetzes gelegt, ist der Zwischen-  
kreis 4, bestehend aus einem oder mehreren Kondensatoren 12,  
zunächst bis zum Scheitelwert der gleichgerichteten Netzspan-  
nung aufzuladen. Danach kann der Wechselrichter 6 die Span-  
25 nung des Zwischenkreises 4 getaktet auf seine Ausgänge schal-  
ten. Der Kondensator 12 des Zwischenkreises 4 wird mittels  
des Vorladewiderstandes 8 aufgeladen, der im Betrieb durch  
das Vorladerelais 10 überbrückbar ist. Der Netzgleichrichter  
2 dieses Spannungszwischenkreisumrichters ist hier gegen  
30 transiente Überspannungen gut geschützt, weil diese Überspan-  
nungen entweder direkt, bei geschlossenem Vorladerelais 10,  
oder indirekt über den Vorladewiderstand 8 zum Kondensator 12  
des Zwischenkreises 4 abgeleitet werden.

35 Mit steigender Nennleistung wächst auch die Größe des Vor-  
laderelais 10 bzw. -schützes 10 und beansprucht dementspre-  
chend einen beachtlichen Teil des Gerätevolumens.

Damit ein Gerät weltweit eingesetzt werden kann, besteht die Forderung, mit dem gleichen Leistungsteil einen weiten Spannungsbereich für die zulässige Netzspannung abzudecken. Aus diesem Grund scheidet die Netzspannung als Betätigungsspannung für die Spule des Relais bzw. Schützes 10 aus, so daß nur Schütze mit Gleichspannungsbetätigung in Frage kommen, die aber wesentlich teurer sind. Die Stromversorgung des Gerätes muß die Gleichspannung zum Betätigen der Schützspule erzeugen. Speziell bei Geräten der Leistungselektronik sinkt durch den Einsatz moderner Stromrichterventile der Energiebedarf zum Ansteuern des Leistungsteils, womit die Schützspule des Vorladeschützes 10 zum Hauptverbraucher für die Stromversorgung werden kann.

Eine andere Möglichkeit zum Vorladen eines Zwischenkreises besteht darin, anstelle eines Netzgleichrichters einen gesteuerten netzgeführten Stromrichter zu verwenden. Die Figur 2 zeigt einen Teil eines Blockschaltbildes eines bekannten Spannungszwischenkreisumrichters (Siemens-Prospekt "SIMOVERT V Spannungszwischenkreis-Umrichter Baureihe 6SC13... und 6SC14...", Bestell-Nr. E-319/1145,12/82), der als Eingangstromrichter einen mehrpulsigen gesteuerten netzgeführten Stromrichter 14 hat, der ausgangsseitig mit einem Kondensator 12 des Zwischenkreises 4 verknüpft ist. Aus Übersichtlichkeitsgründen ist der lastseitige Stromrichter nicht dargestellt. Die Stromrichterventile T1 bis T6 erhalten ihre Zündsignale von einem Steuersatz 16, dem von einer übergeordneten Regeleinrichtung, die nicht näher dargestellt ist, eine Stellgröße  $U_y$  zugeführt ist. Die Stellgröße  $U_y$  verstellt über den Steuersatz 16 den Ansteuerwinkel der Stromrichterventile T1 bis T6 des netzgeführten Stromrichters 14 und damit die Zwischenkreisspannung. Der Zwischenkreis 4 läßt sich daher mit einer solchen Anordnung auch vorladen.

In vielen Anwendungsfällen muß die Zwischenkreisspannung nach Abschluß der Vorladung des Zwischenkreises 4 nicht mehr geregelt werden, d.h., die Stromrichterventile T1 bis T6 erhalten zum natürlichen Zündzeitpunkt ein Ansteuersignal. Speziell in

diesem Fall besteht der Steuersatz 16 zum größten Teil aus der Elektronik, die zum definierten Aufladen des Zwischenkreises 4 bestimmt ist.

5 Zum Schutz der Stromrichterventile T1 bis T6 dieses mehrpul-  
sigen gesteuerten netzgeführten Stromrichters 14 vor Über-  
spannungen sind die Stromrichterventile T1 bis T6 jeweils mit  
einer Schutzbeschaltung 18 versehen. Als Schutzbeschaltung 18  
10 ist eine Reihenschaltung eines Widerstandes 20 und eines Kon-  
densators 22 parallel zum zu schützenden Stromrichterventil  
T1,...,T6 vorgesehen. Hierdurch wird das Stromrichterventil  
T1,...,T6 auf jeden Fall geschützt, ganz gleich woher die  
Überspannungen kommen. Trotzdem ist diese Art der Beschal-  
tung nicht immer optimal; in bestimmten Fällen ist sie allein  
15 nicht ausreichend.

Während bei nichtsteuerbaren Gleichrichterschaltungen die Be-  
schaltung der Einzelventile die Ausnahme bleibt, ist sie bei  
steuerbaren Stromrichterschaltungen die Regel. Das kommt da-  
20 her, daß die Stromrichterventile nicht nur gegen die unzuläs-  
sig hohen Spitzenwerte der Überspannungen geschützt werden  
müssen, sondern vor allem auch gegen deren steilen Anstieg.

Leider sind der Einzelbeschaltung der Stromrichterventile  
25 Grenzen gesetzt, weil die Kondensatoren sich beim Zünden der  
Stromrichterventile über diese entladen und dadurch eine un-  
erwünschte Beanspruchung mit steil ansteigendem Strom ( $di/dt$ -  
Beanspruchung) verursachen. Bei Stromrichterbaugruppen für  
kleine Stromstärken und hohe Spannungen, bei denen man mit  
30 verhältnismäßig kleinen Kapazitäten und hochohmigen Wider-  
ständen auskommt, ist diese  $di/dt$ -Beanspruchung noch ver-  
hältnismäßig gering, so daß hier oft eine Beschaltung der  
Einzelventile allein genügt.

35 Bei Stromrichterbaugruppen für höhere Stromstärken werden  
jedoch die für einen Schutz gegen energiereiche Überspannun-  
gen erforderlichen Kapazitätswerte so groß und die optimalen  
Widerstandswerte so klein, daß sich eine unzulässig hohe

di/dt-Beanspruchung des Stromrichterventils durch die Kondensatorentladung beim Zünden ergeben würde. Daher kann ein ausreichender Schutz durch eine Ventilbeschaltung allein nicht erreicht werden. Man muß dann zur wechselstromseitigen Beschaltung (u.U. mit zusätzlicher gleichstromseitiger Beschaltung) übergehen. Aus dem Buch "Leistungshalbleiter-Handbuch", bearbeitet von Dr.-Ing. Hans-Peter Hempel, 1978, SEMIKRON International, insbesondere dem Kapitel 7, sind unterschiedliche Schutzbeschaltungen für Stromrichterventile bekannt.

Der Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, eine Schaltungsanordnung zum Schutz eines mehrphasigen gesteuerten netzgeführten Stromrichters mit einem ausgangsseitigen Kondensator vor Überspannungen und zum Vorladen dieses Kondensators anzugeben, die einerseits platzsparend und einfach ist und andererseits einen optimalen Überspannungsschutz bietet.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch die Merkmale des Anspruchs 1.

Die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung zum Schutz eines mehrpulsigen gesteuerten netzgeführten Stromrichters mit einem ausgangsseitigen Kondensator vor Überspannungen und zum Vorladen des Kondensators besteht wenigstens aus einer Hilfsdiode und einem Widerstand, wobei mittels dieser Hilfsdiode wenigstens ein wechselstromseitiger Eingang des netzgeführten Stromrichters über den Widerstand mit einem positiven Pol des Kondensators elektrisch leitend verbunden ist. Mittels dieser Schaltungsanordnung wird einerseits der Kondensator vorgeladen, wobei der Widerstand den Ladestrom bestimmt, und andererseits transiente Überspannungen in den Kondensator des Zwischenkreises abgeleitet, so daß an den Stromrichterventilen des netzgeführten Stromrichters Sperrspannungen auftreten, die nur wenig größer sind als die Zwischenkreisspannung.

Der mehrpulsige gesteuerte netzgeführte Stromrichter kann halb- oder vollgesteuert ausgeführt sein. Ist ein mehrpulsiger halbgesteuerter netzgeführter Stromrichter vorgesehen, so sind entsprechend der Anzahl der gesteuerten Stromrichter-ventile dieses Stromrichters Hilfsdioden vorgesehen, die eine Dioden-Gleichrichter-Halbbrücke bilden. Die wechselstromseitigen Eingänge dieser Dioden-Gleichrichter-Halbbrücke sind mit den wechselstromseitigen Eingängen des Stromrichters und der gleichstromseitige Ausgang der Dioden-Gleichrichter-Halbbrücke ist über den Widerstand mit dem positiven Pol des Kondensators elektrisch leitend verbunden.

Ist dagegen der mehrpulsige netzgeführte Stromrichter vollgesteuert ausgeführt, so sind entsprechend der Anzahl der gesteuerten Stromrichterventile dieses Stromrichters Hilfsdioden vorgesehen, die eine Dioden-Gleichrichter-Vollbrücke bilden. Gegenüber der Dioden-Gleichrichter-Halbbrücke weist die Dioden-Gleichrichter-Vollbrücke zwei gleichstromseitige Ausgänge auf, die jeweils über einen Widerstand mit dem positiven bzw. negativen Pol des dem netzgeführten Stromrichter nachgeschalteten Kondensator verbunden sind.

Jede dieser Ausführungen der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung erlaubt es einerseits beim Anlegen des netzgeführten Stromrichters an eine Netzspannung den Kondensator aufzuladen, wobei dazu nicht mehr der Steuersatz des netzgeführten Stromrichters benötigt wird, der sich infolgedessen vereinfacht. Außerdem wird der netzgeführte Stromrichter mittels dieser Schaltungsanordnung auch vor Überspannungen geschützt, so daß die gesteuerten Stromrichterventile des Stromrichters keine Schutzbeschaltung mehr benötigen. Außerdem entfällt auch das Problem deren Dimensionierung (Kompromiß zwischen Kapazitäts- und Widerstandswert der Schutzbeschaltung) betreffend der  $di/dt$ -Beanspruchung.

Bei einer vorteilhaften Ausführungsform der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung ist elektrisch parallel zum Widerstand ein Kondensator geschaltet. Mittels dieses Kondensators kön-

nen die auftretenden Sperrspannungen an den gesteuerten Stromrichterventilen des netzgeführten Stromrichters zusätzlich reduziert werden. Dieser Kondensator kann auch zwischen dem gleichstromseitigen Ausgang der Dioden-Gleichrichter-Halbbrücke, und dem gleichstromseitigen Ausgang des netzgeführten Stromrichters angeordnet sein.

Zur weiteren Erläuterung der Erfindung wird auf die Zeichnung Bezug genommen, in der mehrere Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung schematisch veranschaulicht sind.

Figur 1 zeigt ein Blockschaltbild eines bekannten Spannungszwischenkreisumrichters mit einer Vorladeeinrichtung, die

Figur 2 zeigt einen Teil eines Blockschaltbildes eines bekannten Spannungszwischenkreisumrichters mit einem mehrpulsigen gesteuerten netzgeführten Stromrichter, in

Figur 3 ist eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung für eine B6C-Schaltung des netzgeführten Stromrichters dargestellt, wobei die

Figur 4 eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung für eine B6HK-Schaltung des netzgeführten Stromrichters zeigt, in

Figur 5 ist eine Ausführungsform der Schaltungsanordnung für eine B2C-Schaltung des netzgeführten Stromrichters veranschaulicht, während in der

Figur 6 eine Ausführungsform der Schaltungsanordnung für eine B2HK-Schaltung des netzgeführten Stromrichters dargestellt ist und die

Figur 7 zeigt eine besonders einfache Ausführungsform der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung in Verbindung mit herkömmlichen Schutzbeschaltungen.

Die Figur 3 zeigt einen vollgesteuerten netzgeführten Stromrichter 14, der als B6C-Schaltung ausgeführt ist, dessen gesteuerte Stromrichterventile T1 bis T6 von einem Steuersatz 16 jeweils zum natürlichen Zündzeitpunkt ein Zündsignal er-

halten. Die wechselstromseitigen Eingänge 24,26 und 28 des netzgeführten Stromrichtes 14 sind mit den Phasenleitern R,S und T eines Netzes verbunden, wobei an den gleichstromseitigen Ausgängen 30 und 32 ein Zwischenkreis 4 angeschlossen ist, der symbolisch als ein Zwischenkreiskondensator 12 dargestellt ist. Außerdem weist dieser netzgeführte Stromrichter 14 mit nachgeschaltetem Kondensator 12 eine erfindungsgemäße Schaltungsanordnung 34 zum Vorladen des Kondensators 12 und zum Schutz des Stromrichtes 14 gegen Überspannungen auf. Diese Schaltungsanordnung 34 besteht aus mehreren Hilfsdioden 36, deren Anzahl der Anzahl der gesteuerten Stromrichterventile T1 bis T6 des Stromrichters 14 entspricht. Diese Hilfsdioden bilden eine Dioden-Gleichrichter-Brücke 38, deren wechselstromseitigen Eingänge 40,42 und 44 mit den wechselstromseitigen Eingängen 24,26 und 28 des Stromrichters 14 und deren gleichstromseitigen Ausgänge 46 und 48 jeweils über einen Widerstand 50, auch Vorladewiderstand genannt, mit den gleichstromseitigen Ausgängen 30 und 32 des Stromrichters 14, auch positiver und negativer Pol 30 und 32 des Zwischenkreises 4 bzw. des Kondensators 12 genannt, elektrisch leitend verbunden sind. Elektrisch parallel zum Vorladewiderstand 50 kann noch ein Kondensator 52 geschaltet werden, der deshalb in diesen Ausführungsformen mittels unterbrochener Linien dargestellt ist. Dieser Kondensator kann auch zwischen die gleichstromseitigen Ausgänge 46 und 48 geschaltet werden.

In Figur 4 ist eine Ausführungsform der Schaltungsanordnung 34 dargestellt, wenn der netzgeführte Stromrichter 14 eine B6HK-Schaltung aufweist. D.h., der netzgeführte Stromrichter 14 ist als dreiphasige Brückenschaltung ausgeführt, von dessen sechs Stromrichterventilen T1 bis T6 nur die Stromrichterventile T1,T3 und T5 gesteuert werden können. Die Schaltungsanordnung 34 besteht aus drei Hilfsdioden 36, die eine Dioden-Gleichrichter-Halbbrücke 54 bilden. Die wechselstromseitigen Eingänge 40,42 und 44 sind ebenfalls mit den wechselstromseitigen Eingängen 24,26 und 28 des Stromrichters 14 und der gleichstromseitige Ausgang 46 ist über den Vorladewiderstand 50 mit dem gleichstromseitigen Ausgang 30 des



Stromrichters, auch positiver Pol genannt, elektrisch leitend verbunden. Der Kondensator 52, der mittels unterbrochener Linien dargestellt und elektrisch parallel zum Widerstand 50 geschaltet ist, kann auch zwischen dem gleichstromseitigen Ausgang 46 der Dioden-Gleichrichter-Halbbrücke 54 und dem gleichstromseitigen Ausgang 32 des Stromrichters 14, auch negativer Pol genannt, angeordnet sein.

Die Figur 5 bzw. 6 zeigt eine äquivalente Ausführungsform der Schaltungsanordnung 34 der Figur 3 bzw. 4, wobei der netzgeführte Stromrichter 14 eine B2C-Schaltung (vollgesteuerte Brückenschaltung) bzw. eine B2HK-Schaltung (halbgesteuerte Brückenschaltung) aufweist und dementsprechend die Dioden-Gleichrichter-Brücke 38 bzw. die Dioden-Gleichrichter-Halbbrücke 54 der Schaltungsanordnung 34 vier bzw. zwei Hilfsdioden 36 aufweist.

Mittels dieser Schaltungsanordnung 34 wird zu Betriebsbeginn der Kondensator 12 bis zum Scheitelwert der gleichgerichteten Netzspannung aufgeladen, ohne dabei den netzgeführten Stromrichter 14 zu verwenden, und während des Betriebes schützt diese Schaltungsanordnung 34 die gesteuerten Stromrichterventile T1,...,T6 des netzgeführten Stromrichters 14 gegen Überspannungen, indem diese transienten Überspannungen direkt in den Kondensator 12 des Zwischenkreises 4 abgeleitet werden.

Durch die Verwendung dieser Schaltungsanordnung 34 verringert sich der Aufwand für den Steuersatz 16 erheblich, da nur noch zum natürlichen Zündzeitpunkt Zündsignale generiert werden müssen und es entfällt die Problematik mit der Dimensionierung der Schutzbeschaltung 18 der gesteuerten Stromrichterventile T1,...,T6 des netzgeführten Stromrichters 14 betreffend der  $di/dt$ -Beanspruchung.

Die Figur 7 zeigt eine besonders einfache Ausführungsform der Schaltungsanordnung 34, die aus einer Hilfsdiode 36 und einem Widerstand 50 besteht. Der wechselstromseitige Eingang 40 der Schaltungsanordnung 34 ist mit dem wechselstromseitigen Ein-

gang 24 des netzgeführten Stromrichters 14 und der gleichstromseitige Ausgang 46 der Schaltungsanordnung 34 ist mit dem gleichstromseitigen Ausgang 30 des Stromrichters 14 elektrisch leitend verbunden. Der netzgeführte Stromrichter 14 weist eine B6HK-Schaltung auf, wobei die gesteuerten Stromrichterventile T3 und T5 jeweils eine Schutzbeschaltung 18 aufweisen.

Diese Ausführungsform der Schaltungsanordnung 34 bietet sich dann an, wenn netzgeführte Stromrichter für kleine Stromstärken und hohe Spannungen verwendet werden, bei denen man mit verhältnismäßig kleinen Kondensatoren 22 und hochohmigen Widerständen 20 der Schutzbeschaltung 18 auskommt, wobei die  $di/dt$ -Beanspruchung noch verhältnismäßig gering ist. Gegenüber den bekannten Lösungen zum Vorladen des Kondensators 12 verringert sich der Aufwand erheblich, da weder ein Vorladeschutz 10 benutzt werden muß, noch der Steuersatz 16 für eine definierte Aufladung des Kondensators 12 ausgerüstet sein muß. Außerdem übernimmt diese Schaltungsanordnung 34 den Schutz vor Überspannungen für ein gesteuertes Stromrichterventil T1 des netzgeführten Stromrichters 14.

## Schutzansprüche

1. Schaltungsanordnung (34) zum Schutz eines mehrpulsigen gesteuerten netzgeführten Stromrichters (14) mit einem ausgangsseitigen Kondensator (12) vor Überspannungen und zum Vorladen dieses Kondensators (12), bestehend aus wenigstens einer Hilfsdiode (36) und einem Widerstand (50), wobei diese Hilfsdiode (36) wenigstens einen wechselstromseitigen Eingang (24,26,28) dieses netzgeführten Stromrichters (14) über den Widerstand (50) mit einem positiven Pol (30) des Kondensators (12) elektrisch leitend verknüpft.

2. Schaltungsanordnung (34) nach Anspruch 1 für einen mehrpulsigen halbgesteuerten netzgeführten Stromrichter (14), wobei entsprechend der Anzahl der gesteuerten Stromrichter-ventile (T1,...,T6) dieses Stromrichters (14) Hilfsdioden (36) vorgesehen sind, die eine mehrpulsigen Dioden-Gleichrichter-Halbbrücke (54) bilden, deren wechselstromseitige Eingänge (40,42,44) mit den wechselstromseitigen Eingängen (24,26,28) des Stromrichters (14) und deren gleichstromseitiger Ausgang (46) über den Widerstand (50) mit dem positiven Pol (30) des Kondensators (12) elektrisch leitend verbunden sind.

3. Schaltungsanordnung (34) nach Anspruch 1 für einen mehrpulsigen vollgesteuerten netzgeführten Stromrichter (14), wobei entsprechend der Anzahl der gesteuerten Stromrichter-ventile (T1,...,T6) dieses Stromrichters (14) Hilfsdioden (36) vorgesehen sind, die eine mehrpulsige Dioden-Gleichrichter-Brücke (38) bilden, deren wechselstromseitige Eingänge (40,42,44) mit den wechselstromseitigen Eingängen (24,26,28) des netzgeführten Stromrichters (14) und deren gleichstromseitige Ausgänge (46,48) mittels eines Widerstandes (50) mit dem positiven und negativen Pol (30,32) des Kondensators (12) elektrisch leitend verbunden sind.

4. Schaltungsanordnung (34) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei elektrisch parallel zum Widerstand (50) ein Kondensator (52) geschaltet ist.

1/4

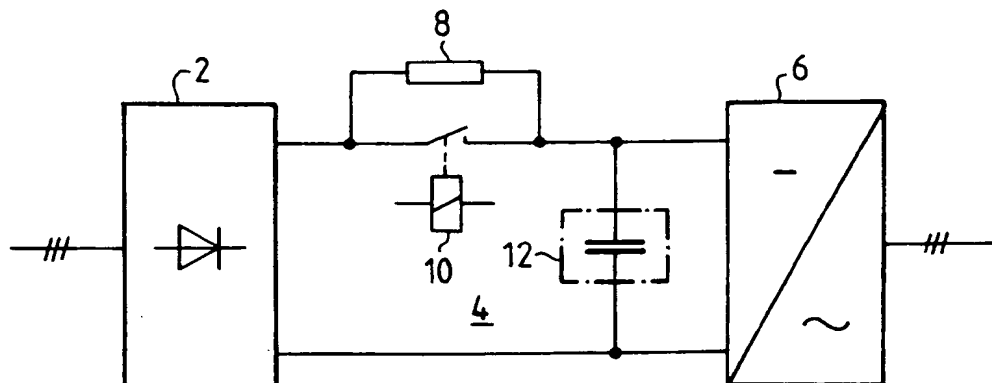


FIG 1

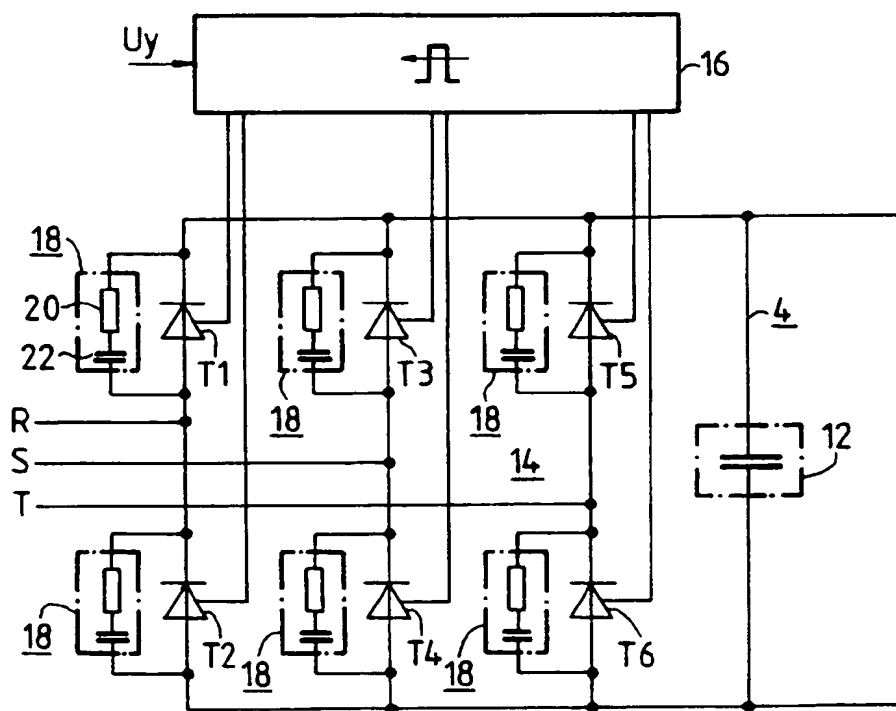
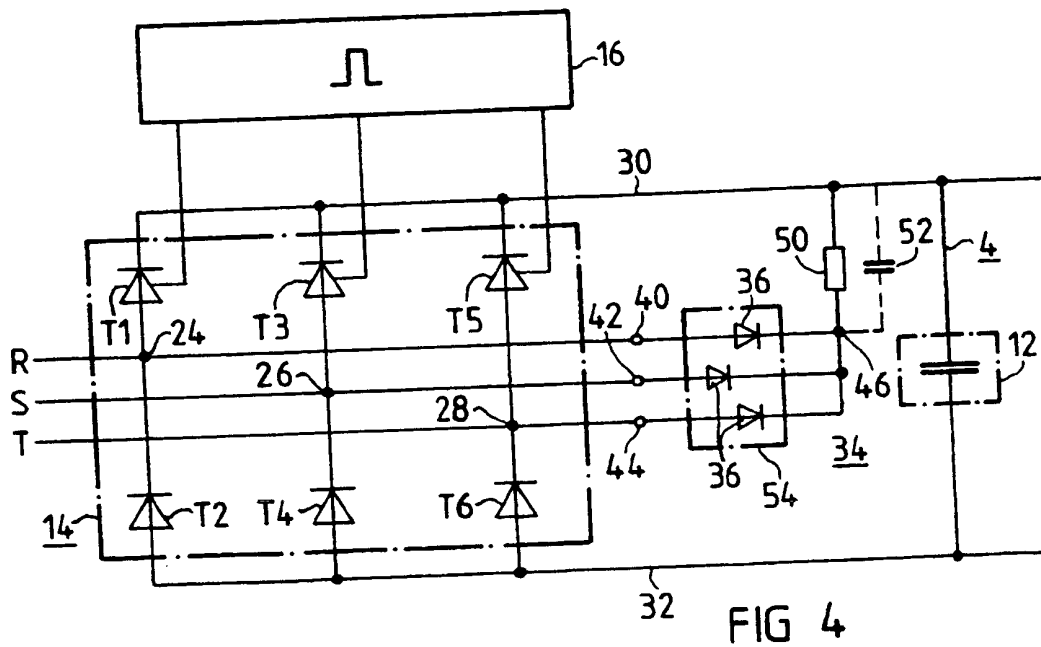
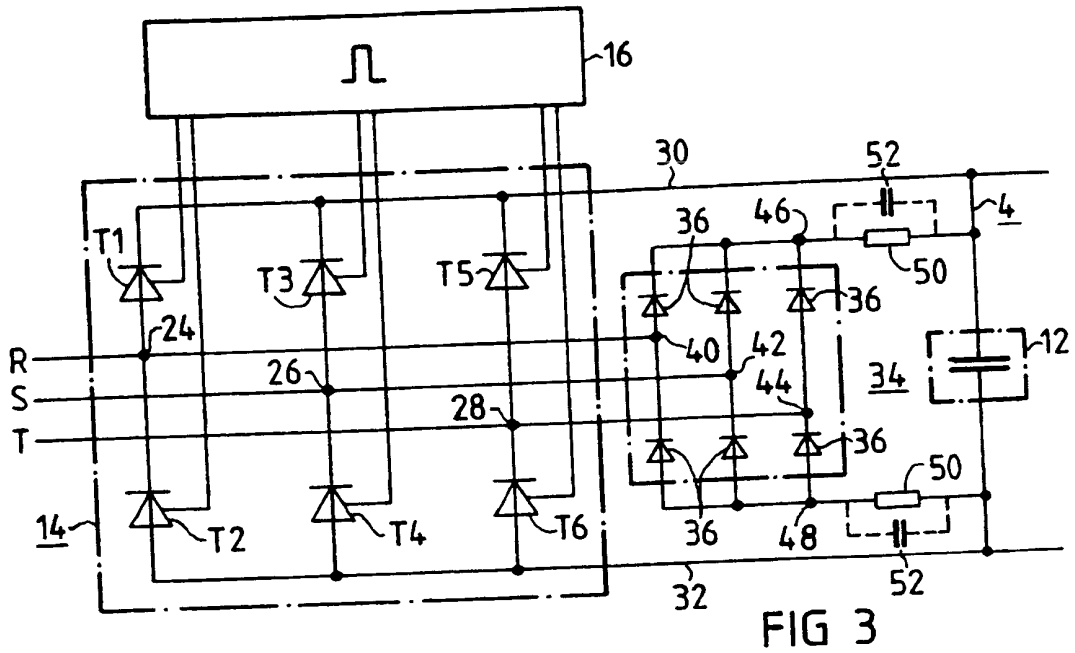
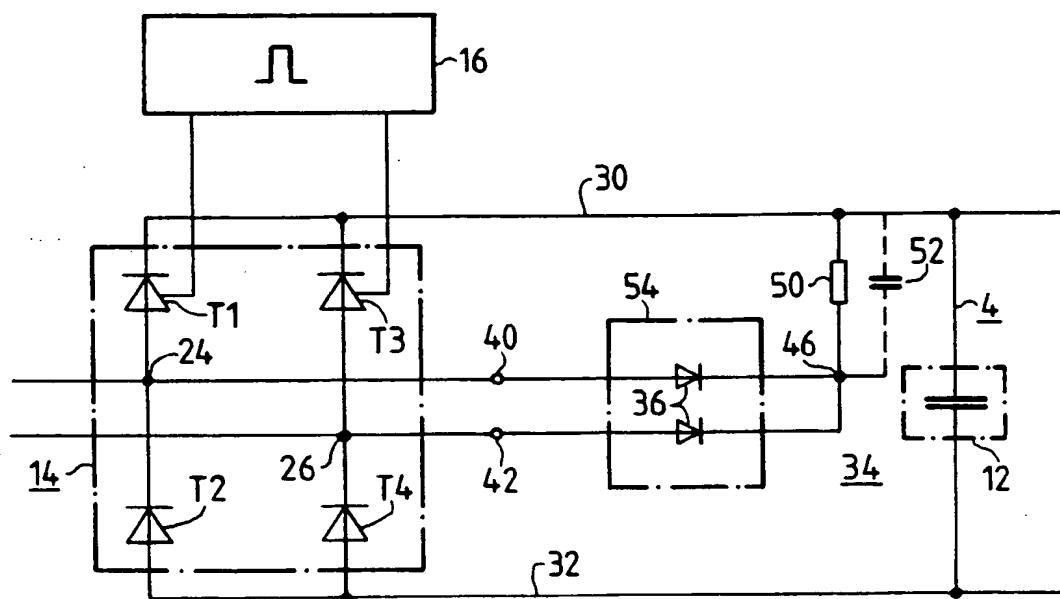
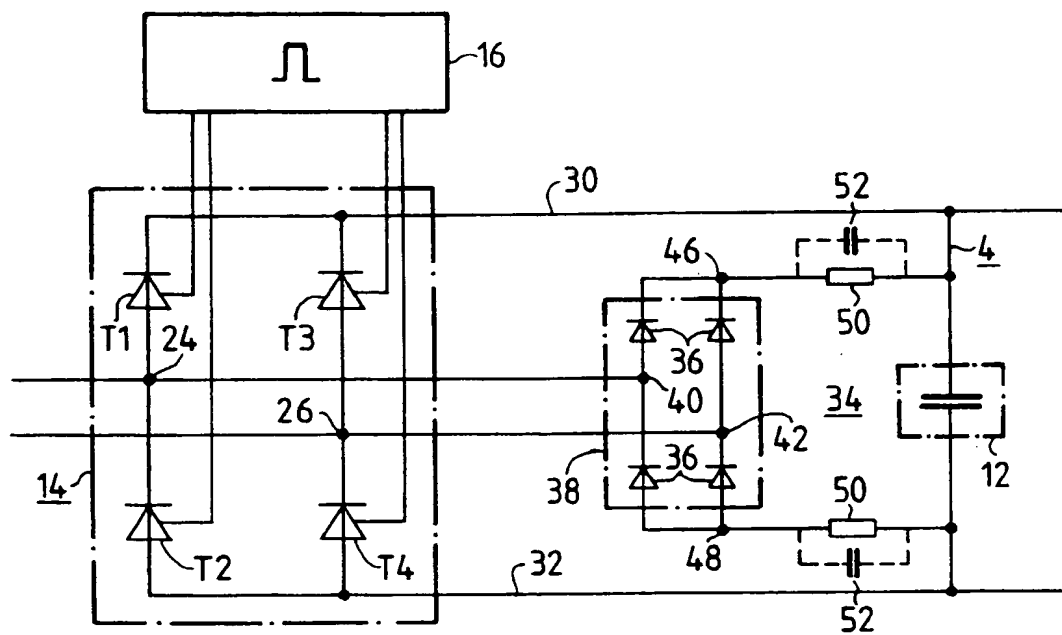


FIG 2

2/4



3/4



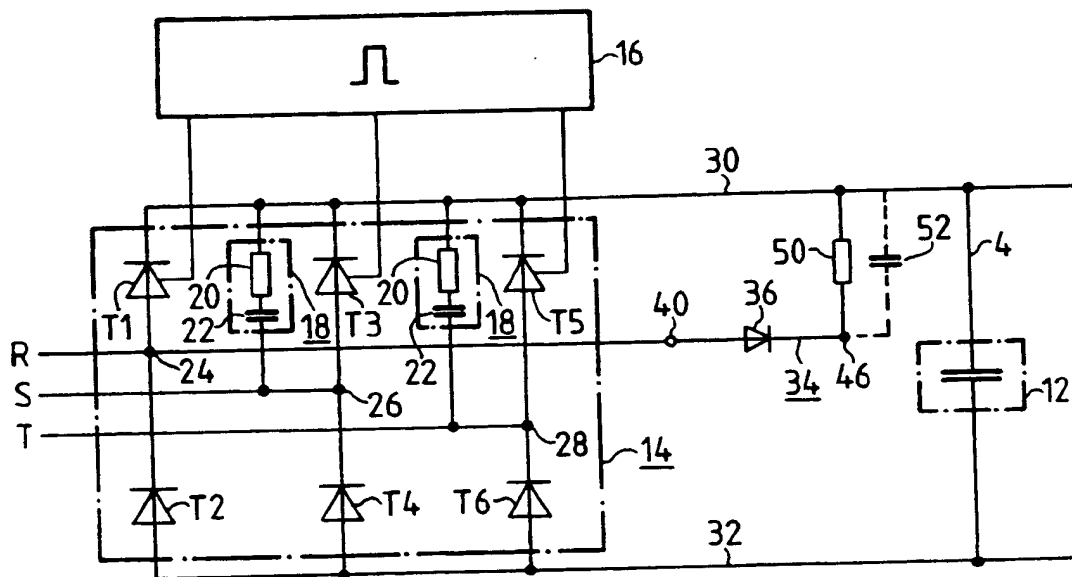


FIG 7